



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 199 08 204 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**G 06 F 17/30**

②① Aktenzeichen: 199 08 204.9  
②② Anmeldetag: 25. 2. 1999  
④③ Offenlegungstag: 6. 4. 2000

⑥⑤ Innere Priorität:

198 45 555. 0      02. 10. 1998

⑦① Anmelder:

Delphi 2 Creative Technologies GmbH, 80331  
München, DE

⑦④ Vertreter:

WINTER, BRANDL, FÜRNISS, HÜBNER, RÖSS,  
KAISER, POLTE, Partnerschaft, 85354 Freising

⑦② Erfinder:

Schmidt, Günter, Dr., 82008 Unterhaching, DE;  
Atheologou, Maria, Dr., 80469 München, DE; Baatz,  
Martin, Dr., 80799 München, DE; Kharadi, Andrej,  
80337 München, DE; Klenk, Jürgen, Dr., Adliswil,  
CH; Blöchl, Peter, Dr., Adliswil, CH; Binnig, Gerd,  
Prof. Dr., Wollerau, CH

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤④ **Fraktales Netz n-ter Ordnung zum Behandeln komplexer Strukturen**

⑤⑦ Es wird ein fraktales Netz zum Behandeln komplexer Strukturen offenbart, das aus einer Vielzahl von Einheiten besteht. Das fraktale Netz enthält sowohl semantische Einheiten, die jeweils Informationsinhalte besitzen, als auch Verknüpfungseinheiten, die einen Beziehungsinhalt beschreiben. Der Beziehungsinhalt verknüpft jeweils zwei semantische Einheiten auf eine derartige Weise, daß die gegenseitige Beziehung der beiden verknüpften semantischen Einheiten durch den Beziehungsinhalt bestimmt wird.

DE 199 08 204 A 1

DE 199 08 204 A 1

Die Erfindung betrifft ein fraktales Netz n-ter Ordnung zum Behandeln komplexer Strukturen und insbesondere ein fraktales bzw. fraktal-hierarchisches Netz mit einer Vielzahl von semantischen Einheiten, mittels welchem semantisch strukturierte Informationen analysiert und bearbeitet werden können.

Mit der fortschreitenden Wandlung der Industriegesellschaft in Richtung zur Informationsgesellschaft besteht zunehmend der Bedarf nach einem Werkzeug zur Verarbeitung der anwachsenden Informationsflut. Insbesondere auf dem Gebiet der Bilderkennung, Spracherkennung sowie Simulation wurden eingehende Untersuchungen vorgenommen, um eine Vereinfachung bei der Erkennung, Modifikation und Verwertung von komplexen Strukturen, wie zum Beispiel Sprache und Bildern, zu ermöglichen.

Derartige Systeme im Stand der Technik leiden jedoch unter einer geringen Flexibilität und einer außerordentlich komplizierten Bereitstellung und Verarbeitung der verwendeten Daten bzw. Informationen. Die zu verarbeitenden Daten sind darüber hinaus im wesentlichen statisch.

Insbesondere bei dynamischen komplexen Strukturen oder bei chaotischen technischen Systemen ist eine Verarbeitung von derartigen Daten außerordentlich schwierig oder sogar unmöglich.

Im Stand der Technik ist es ferner bekannt, mit Hilfe der Datenbeschreibungssprache XML bzw. eXtended Markup Language (einem Derivat von SGML, ISO 8879) Informationsinhalte strukturiert zu behandeln. Die Strukturierung kann dabei semantisch sein. Semantisch bedeutet hierbei, daß Verweise eines Informationsinhalts auf andere Informationsinhalte eine Bedeutung tragen können. Hierbei ist es möglich, Metadaten zu formulieren, das heißt, Daten, die Daten beschreiben. In der Datenbeschreibungssprache XML ist es jedoch nicht möglich, Informationen über Prozesse auf eine Art und Weise zu speichern, daß diese in eine Datenanalyse und in ein "intelligentes" Verhalten eines semantischen Netzes selbst einfließen können.

Der derzeit verwendete Stand der Technik auf dem Gebiet des Wissens über Prozesse spiegelt sich in Methoden bzw. Verfahren zur Mustererkennung und Simulation wider. Obwohl derzeit verwendete Methoden an sich sehr ausgereift sind, fehlt jegliches Wissen über Objekte in deren semantischen Zusammenhängen. In einer einfachen Betrachtung zur Verdeutlichung ist demgemäß zu sagen, daß eine derzeit verwendete Mustererkennung zum Beispiel also nichts davon weiß, daß "ein Nadelwald im allgemeinen ein Wald ist" und "eine Brücke häufig einen Fluß überquert".

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein fraktales Netz n-ter Ordnung zum Behandeln komplexer Strukturen zu schaffen, das es ermöglicht, Informationen bzw. Wissen in strukturierter Form zu speichern und anhand von diesen Daten zu analysieren und mit ihnen zu verknüpfen.

Diese Aufgabe der vorliegenden Erfindung wird durch die im Anspruch 1 angegebenen Merkmale gelöst.

Genauer gesagt wird gemäß der vorliegenden Erfindung ein fraktales Netz zum Behandeln komplexer Strukturen geschaffen, das aus einer Vielzahl von Einheiten besteht. Das fraktale Netz enthält sowohl semantische Einheiten, die jeweils Informationsinhalte besitzen, als auch Verknüpfungseinheiten, die einen Beziehungsinhalt beschreiben. Der Beziehungsinhalt verknüpft jeweils zwei semantische Einheiten auf eine derartige Weise, daß die gegenseitige Beziehung der beiden verknüpften semantischen Einheiten durch den Beziehungsinhalt bestimmt wird.

Zentrales Element ist hierbei die semantische Einheit, die

ein "Objekt" oder einen "Prozeß der Welt" als Datenstruktur darstellt. Ein wesentliches Merkmal der semantischen Einheit ist die Fähigkeit, Informationsinhalte strukturiert zu speichern und sich mit anderen semantischen Einheiten zu vernetzen. Damit Zwei semantische Einheiten auf eine derartige Weise verknüpft werden können, daß die Verknüpfung eine Bedeutung trägt bzw. semantisch ist, werden diese semantischen Einheiten mit den speziellen Verknüpfungseinheiten miteinander verbunden. Eine derartige Verknüpfungseinheit kann zum Beispiel ebenso implizit in einem strukturierten Informationsinhalt einer semantischen Einheit vorgesehen sein.

Bei diesen Verknüpfungseinheiten kann es sich dabei um eine spezielle Form von semantischen Einheiten handeln, die Informationsinhalte und Beziehungsinhalte besitzen können.

Um eindeutige Operationen im in dem fraktalen Netz vorhandenen "Weltwissen" durchführen zu können, kann jeder semantischen Einheit eine Kennzeichnung zugeordnet werden, die innerhalb dieses "Weltwissens" einmalig ist.

Ferner besteht ebenso die Möglichkeit, eine Datenstruktur zu schaffen, die es ermöglicht, bereits im fraktalen Netz existierende Informationen bzw. bereits im fraktalen Netz existierendes Wissen jederzeit zu verändern und neue Teile hinzuzufügen. Dadurch, daß das Wissen nicht nur Informationen über Objekte beinhaltet, sondern auch Wissen über informationsverarbeitende Prozesse, können in einem dynamischen Ablauf Inhalt und Struktur des Wissens verändert werden.

Komplexe Strukturen können hierbei Sprache, Bilder, Netze oder chaotische Systeme, wie beispielsweise technische, kulturelle, wirtschaftliche oder ökologische Zusammenhänge, darstellen.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der vorliegenden Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Die vorliegende Erfindung wird nachstehend anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung näher erläutert.

Es zeigt:

**Fig. 1a bis 1e** verschiedene Arten von in den Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung verwendeten Verknüpfungseinheiten;

**Fig. 2** eine Darstellung eines fraktalen Netzes n-ter Ordnung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 3** strukturierte Informationsinhalte und Beziehungsinhalte in semantischen Einheiten bzw. Verknüpfungseinheiten gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 4a und 4b** Darstellungen weiterer fraktaler Netze gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 5** strukturierte Informationsinhalte in semantischen Einheiten mit Attributen gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 6** eine Darstellung eines fraktalen Netzes n-ter Ordnung gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 7a und 7b** Darstellungen eines semantischen Netzes gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 8a und 8b** Darstellungen eines semantischen Netzes gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung; und

**Fig. 9a bis 9c** Darstellungen eines semantischen Netzes gemäß einem fünften Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

Es folgt die Beschreibung von Ausführungsbeispielen der

vorliegenden Erfindung.

Bevor die Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung detailliert beschrieben werden, ist folgendes zu sagen. Ein fraktales Netz n-ter Ordnung zum Behandeln komplexer Strukturen besteht allgemein ausgedrückt aus einer Vielzahl von Einheiten. Das fraktale Netz enthält sowohl semantische Einheiten, die jeweils Informationsinhalte besitzen, als auch Verknüpfungseinheiten, die einen Beziehungsinhalt beschreiben. Der Beziehungsinhalt verknüpft jeweils zwei semantische Einheiten auf eine derartige Weise, daß die gegenseitige Beziehung der beiden verknüpften semantischen Einheiten durch den Beziehungsinhalt bestimmt wird. Unter dem verwendeten Ausdruck "semantisch" ist hierbei "eine Bedeutung tragen" zu verstehen.

Derartige Verknüpfungseinheiten können dabei eine spezielle Form von semantischen Einheiten darstellen, die Informationsinhalte und Beziehungsinhalte besitzen können.

Neben einer Verknüpfung von semantischen Einheiten über Verknüpfungseinheiten besteht ferner die Möglichkeit, daß eine oder mehrere Verknüpfungseinheiten ihrerseits über jeweils eine oder mehrere Verknüpfungseinheiten mit einer oder mehreren semantischen Einheiten und/oder eine oder mehrere Verknüpfungseinheiten ihrerseits über eine oder mehrere Verknüpfungseinheiten mit einer oder mehreren Verknüpfungseinheiten verknüpft sind, wie es aus der nachfolgenden Beschreibung ersichtlich wird.

Derartige Beziehungsinhalte von Verknüpfungseinheiten können im allgemeinen von einem Anwender frei gewählt werden. Es ist jedoch sinnvoll, einige elementare Beziehungsinhalte von Verknüpfungseinheiten in einer Basisbibliothek vorab zu definieren. Als elementare Beziehungsinhalte von Verknüpfungseinheiten können Austauschbeziehungen und Relationen angesehen werden. Austauschbeziehungen sind als derartige Beziehungen definiert, die einen abstrakten, stofflichen und/oder kommunikativen Austausch zwischen semantischen Einheiten beschreiben. Relationen sind hingegen jene Beziehungsinhalte von Verknüpfungseinheiten, die irgendwelche Beziehungen zwischen semantischen Einheiten beschreiben.

Die Fig. 1a bis 1e zeigen einige derartige elementare Verknüpfungseinheiten, die einen Beziehungsinhalt beschreiben.

Im Fall von hierarchisch strukturiertem Wissen, wie im fraktalen Netz, können Verknüpfungseinheiten vom Typ Austauschbeziehung weiter in zwei Gruppen unterteilt werden.

In Fig. 1a ist eine Verknüpfungseinheit 1 vom Typ Austauschbeziehung gezeigt, die semantische Einheiten in zueinander unterschiedlichen Hierarchieebenen des fraktalen Netzes n-ter Ordnung miteinander verbindet. Es wird also die Art der Beziehung von einer größeren, d. h., übergeordneten, semantischen Einheit zu einer kleineren, d. h., untergeordneten, semantischen Einheit und umgekehrt beschrieben. Das heißt mit anderen Worten, daß ein Skalenwechsel durchgeführt wird. Verknüpfungseinheiten mit Beziehungen, welche die beiden genannten Merkmale, also einen Austausch und einen Skalenwechsel aufweisen, werden nachstehend als Verknüpfungseinheiten vom Typ VA/VS bezeichnet. Beim Ausdruck "VA/VS" steht demgemäß der Ausdruck "VA" für "Austausch" und der Ausdruck "VS" für "Skalenwechsel". Einfach ausgedrückt kann eine derartige Verknüpfungseinheit 1 vom Typ VA/VS in Richtung des in Fig. 1a gezeigten Pfeils von A nach B als "A enthält B" und in umgekehrter Richtung als "B ist Teil von A" angesehen werden. Dies entspricht der Definition einer Einbettungshierarchie.

In Fig. 1b sind Verknüpfungseinheiten 2, 2a und 2b vom Typ Austauschbeziehung gezeigt, die semantische Einheiten

in gleichen Hierarchieebenen des fraktalen Netzes n-ter Ordnung miteinander verbinden. Das heißt mit anderen Worten, daß kein Skalenwechsel durchgeführt wird. Verknüpfungseinheiten mit Beziehungen, welche die beiden genannten Merkmale, also einen Austausch und keinen Skalenwechsel aufweisen, werden nachstehend als Verknüpfungseinheiten vom Typ VA/VH bezeichnet. Beim Ausdruck "VA/VH" steht demgemäß der Ausdruck "VA" für "Austausch" und der Ausdruck "VH" für "kein Skalenwechsel". Einfach ausgedrückt kann eine derartige Verknüpfungseinheit 2a vom Typ VA/VH in Richtung von A nach B als "A ist Eingangsgröße von B" und in umgekehrter Richtung als "B ist Ausgangsgröße von A" und kann eine derartige Verknüpfungseinheit 2b vom Typ VA/VH in Richtung von A nach B als "A wird beschrieben durch B" und in umgekehrter Richtung als "B ist Attribut von A" angesehen werden.

Ebenso können im Fall von hierarchisch strukturiertem Wissen, wie im fraktalen Netz, Verknüpfungseinheiten vom Typ Relation weiter in zwei Gruppen unterteilt werden.

In Fig. 1c ist eine Verknüpfungseinheit 3 vom Typ Relation gezeigt, die semantische Einheiten in zueinander unterschiedlichen Hierarchieebenen des fraktalen Netzes n-ter Ordnung miteinander verbindet. Es wird also die Art der Beziehung von einer allgemeineren semantischen Einheit zu einer spezielleren semantischen Einheit und umgekehrt beschrieben. Das heißt mit anderen Worten, daß ein Skalenwechsel durchgeführt wird. Verknüpfungseinheiten mit Beziehungen, welche die beiden genannten Merkmale, also eine Relation und einen Skalenwechsel aufweisen, werden nachstehend als Verknüpfungseinheiten vom Typ VR/VS bezeichnet. Beim Ausdruck "VR/VS" steht demgemäß der Ausdruck "VR" für "Relation" und der Ausdruck "VS" für "Skalenwechsel". Einfach ausgedrückt kann eine derartige Verknüpfungseinheit 1 vom Typ VR/VS in Richtung des in Fig. 1c gezeigten Pfeils von A nach B als "A ist im speziellen B" und in umgekehrter Richtung als "B ist im allgemeinen A" angesehen werden. Dies entspricht der Definition einer Ähnlichkeitshierarchie.

In Fig. 1d sind Verknüpfungseinheiten 4, 4a, 4b und 4c vom Typ Relation gezeigt, die semantische Einheiten in gleichen Hierarchieebenen des fraktalen Netzes n-ter Ordnung miteinander verbinden. Das heißt mit anderen Worten, daß kein Skalenwechsel durchgeführt wird. Verknüpfungseinheiten mit Beziehungen, welche die beiden genannten Merkmale, also eine Relation und keinen Skalenwechsel aufweisen, werden nachstehend als Verknüpfungseinheiten vom Typ VR/VH bezeichnet. Beim Ausdruck "VR/VH" steht demgemäß der Ausdruck "VR" für "Relation" und der Ausdruck "VH" für "kein Skalenwechsel". Einfach ausgedrückt kann eine derartige Verknüpfungseinheit 4a vom Typ VR/VH als "A ist (ortsbezogen) benachbart zu B", kann eine derartige Verknüpfungseinheit 4b vom Typ VR/VH als "A ist ähnlich zu B" und kann eine derartige Verknüpfungseinheit 4c vom Typ VR/VH in Richtung von A nach B als "B folgt auf A" und in umgekehrter Richtung als "A wird gefolgt von B" angesehen werden.

Ferner zeigt Fig. 1e eine weitere Verknüpfungseinheit 5, die in Richtung von A nach B als A hat Janus/Funktion B" und in umgekehrter Richtung als "B ist Janus/Funktion von A" angesehen werden kann. Bezüglich einer detaillierteren Beschreibung dieser Verknüpfungseinheit 5 wird auf die folgende Beschreibung der Ausführungsbeispiele verwiesen.

Schließlich ist anzumerken, daß, wie es ersichtlich ist, Verknüpfungseinheiten sowohl direktional, das heißt, gerichtet, als auch bidirektional, das heißt, ungerichtet, sein können.

Nachstehend erfolgt die Beschreibung eines ersten Aus-

führungsbeispiels der vorliegenden Erfindung.

Fig. 2 zeigt ein einfaches fraktales Netz, wobei anhand von diesem das Zusammenwirken von vorstehend erläuterten Verknüpfungseinheiten mit anderen semantischen Einheiten, die im fraktalen Netz vorhanden sind, verdeutlicht wird.

In Fig. 2 bezeichnet das Bezugszeichen 3 eine Verknüpfungseinheit vom Typ VR/VS, bezeichnet das Bezugszeichen 4b eine Verknüpfungseinheit vom Typ VR/VH und bezeichnen die Bezugszeichen 6 jeweilige semantische Einheiten.

Wenn nun im als fraktalen Netz vorhandenen "Weltwissen" der Satz "Mensch ist im allgemeinen Säuger" darzustellen ist, werden die mit "Mensch" und "Säuger" bezeichneten semantischen Einheiten 6 mit der direktionalen, das heißt, gerichteten, Verknüpfungseinheit 3 vom Typ VR/VS, genauer gesagt vom Typ "ist im allgemeinen/ist im speziellen", miteinander verknüpft. Ist weiterhin die Aussage zu addieren, daß "Affe und Mensch im Kontext Genanalyse zu 95% ähnlich sind", wird die mit "Affe" bezeichnete semantische Einheit 6 mit der mit Mensch bezeichneten semantischen Einheit 6 durch eine bidirektionale Verknüpfungseinheit 4b des Typs VR/VH, genauer gesagt des Typs "ist ähnlich zu", miteinander verknüpft. Die Verknüpfungseinheit 4b weist in ihrem Informationsinhalt eine Gewichtung von 95% auf. Die Verknüpfungseinheit 4b ist weiterhin über eine (zuvor nicht erläuterte) Verknüpfungseinheit vom Typ "im Kontext" mit der mit "Genanalyse" bezeichneten semantischen Einheit 6 verknüpft.

Fig. 3 zeigt strukturierte Informationsinhalte und Beziehungsinhalte der in Fig. 2 gezeigten semantischen Einheiten bzw. Verknüpfungseinheiten.

Im oberen Teil von Fig. 3 sind dabei die Informationsinhalte der jeweiligen semantischen Einheiten von Fig. 2 gezeigt, die eine Kennung, einen Namen und Kennungen der mit ihnen verbundenen Verknüpfungseinheiten enthalten. So weist die in Fig. 2 mit "Mensch" bezeichnete semantische Einheit 6 eine Kennung "1" und den Namen "Mensch" auf und ist mit Verknüpfungseinheiten verknüpft, die Kennungen "12" und "13" aufweisen. Die in Fig. 2 mit "Säuger" bezeichnete semantische Einheit 6 weist eine Kennung "2" und den Namen "Säuger" auf und ist mit der Verknüpfungseinheit verknüpft, die die Kennung "12" aufweist. Die in Fig. 2 mit "Affe" bezeichnete semantische Einheit 6 weist eine Kennung "3" und den Namen "Affe" auf und ist mit der Verknüpfungseinheit verknüpft, die die Kennung "13" aufweist. Schließlich weist die in Fig. 2 mit "Genanalyse" bezeichnete semantische Einheit 6 eine Kennung "4" und den Namen "Genanalyse" auf und ist mit einer Verknüpfungseinheit verknüpft, die die Kennung "134" aufweist.

Im unteren Teil von Fig. 3 sind die Beziehungsinhalte der jeweiligen Verknüpfungseinheiten von Fig. 2 gezeigt, die eine Kennung, einen Namen, Kennungen der mit ihnen ggf. verbundenen Verknüpfungseinheiten, Kennungen, der durch sie verknüpften semantischen Einheiten bzw. Verknüpfungseinheiten, und die Art dieser Verknüpfung enthalten. So weist die in Fig. 2 gezeigte Verknüpfungseinheit 3 die Kennung "12" und den Namen "ist im allgemeinen" auf, sie ist mit keiner anderen Verknüpfungseinheit verbunden und verknüpft die semantische Einheit der Kennung "1" direktional mit der semantischen Einheit der Kennung "2". Die in Fig. 2 gezeigte Verknüpfungseinheit 4b weist die Kennung "13" und den Namen "ist ähnlich zu" auf, sie ist mit der Verknüpfungseinheit mit der Kennung "134" verbunden und verknüpft die semantische Einheit der Kennung "1" bidirektional mit der semantischen Einheit mit der Kennung "3", wobei sie ein Gewicht von 95% enthält. Schließlich weist die in Fig. 2 gezeigte Verknüpfungseinheit "im Kontext" die

Kennung "134" und den Namen "im Kontext" auf, sie verknüpft die Verknüpfungseinheit 13 direktional mit der semantischen Einheit 4.

Wenn die in Fig. 3 gezeigten Zusammenhänge auf graphische Weise dargestellt werden, ergibt sich demgemäß die Darstellung des fraktalen Netzes in Fig. 2.

Allgemein gesagt, ist festzuhalten, daß der von einer semantischen Einheit beschriebene Informationsinhalt eine Kennzeichnung und/oder eine Auflistung derjenigen Verknüpfungseinheiten darstellt, die diese semantische Einheit mit anderen semantischen Einheiten verbindet, wobei die Kennzeichnung vorzugsweise ein Name oder eine Seriennummer ist und der Informationsinhalt ebenso vorzugsweise in strukturierter Form vorliegt.

Die Verknüpfungseinheiten beschreiben Beziehungsinhalte, die neben einem Informationsinhalt ebenso eine Verknüpfungskennzeichnung enthalten. Diese Verknüpfungskennzeichnung beschreibt dabei die jeweilige Kennzeichnung der semantischen Einheiten und/oder Verknüpfungseinheiten, die durch sie verknüpft sind, eine oder mehrere Richtungsangaben in Bezug zu diesen verknüpften semantischen Einheiten und/oder Verknüpfungseinheiten und/oder Gewichtungen der ein oder zwei Richtungsangaben beschreibt.

Wie aus dem ersten Ausführungsbeispiel ersichtlich ist, besteht ferner die Möglichkeit, daß eine Verknüpfungseinheit über eine andere Verknüpfungseinheit mit einer semantischen Einheit verknüpft ist. Außerdem kann der Beziehungsinhalt der Verknüpfungseinheit ggf. Informationen über die jeweilige Art der Verknüpfung der in Beziehung stehenden semantischen Einheiten enthalten, wobei diese Art der Verknüpfung ggf. zusätzlich Informationen über eine Relation, d. h., einen Vergleich der jeweils verknüpften Einheiten, und/oder über eine Austauschbeziehung, d. h., eine ein- oder zweiseitige Wechselwirkung der verknüpften Einheiten, enthält, wobei ferner die Art der Verknüpfung zusätzlich darüber Informationen enthält, ob ein Skalenwechsel erfolgt oder nicht. Diese Information hinsichtlich eines Skalenwechsels kann bei einer Austauschbeziehung die Art der Beziehung zu einer größeren, d. h., übergeordneten, bzw. zu einer kleineren, d. h., untergeordneten, semantischen Einheit oder umgekehrt oder die Art der Beziehung zu einer allgemeineren bzw. zu einer spezielleren semantischen Einheit beschreiben.

Die Fig. 4a und 4b zeigen weitere fraktale Netze gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, die dazu dienen, das Verständnis zu erleichtern.

In Fig. 4a ist ein fraktales Netz gezeigt, in dem eine mit "Wald" bezeichnete semantische Einheit 6 über eine Verknüpfungseinheit 3 vom Typ VR/VS, genauer gesagt vom Typ "ist im allgemeinen/ist im speziellen", mit einer mit "Segment" bezeichneten semantischen Einheit 6 verknüpft ist, wobei die Verknüpfungseinheit 3 vom Typ VR/VS weiterhin eine Gewichtung von 70% beinhaltet, wodurch sich die Aussage "Segment klassifiziert sich zu 70% Wald" ergibt. Hierbei kann die Verknüpfungseinheit vom Typ VR/VS genauer mit VR/VS(+) bezeichnet werden, da sich offensichtlich von der mit "Wald" bezeichneten semantischen Einheit 6 zu der mit "Segment" bezeichneten semantischen Einheit 6 ein Skalenwechsel zu einer kleineren Skala hin ergibt, wobei sich die kleinere Skala im vorliegenden Anwendungsbeispiel durch eine kleinere Unschärfe in den nicht näher beschriebenen Attributen von "Wald" und "Segment" ergibt. In obigem Beispiel wird eine Ähnlichkeitshierarchie formuliert, wobei bei einer unscharfen Wissensdarstellung der Gewichtung (hier 70%) im Informationsinhalt der Verknüpfungseinheit die Rolle einer Maßzahl für die Zugehörigkeit zu einer entsprechenden Klasse (hier

"Wald") zufällt. Wenn nun weiterhin die Verknüpfungseinheit 1 vom Typ VA/VS, genauer gesagt "besteht aus/ist Teil von" betrachtet wird, wird die Aussage "Wald besteht aus Bäumen" geschaffen, was implizit ausdrückt, daß ein Baum wesentlich kleiner als ein Wald ist, sich also auf einer niedrigeren bzw. feineren Skala befindet.

In Fig. 4b ist ein fraktales Netz gezeigt, in dem eine mit "Peter" bezeichnete semantische Einheit 6 über eine Verknüpfungseinheit 4 vom Typ VR/VH mit einer mit "Paul" bezeichneten semantischen Einheit 6 verknüpft ist. Ferner ist die Verknüpfungseinheit 4 vom Typ VR/VH über eine Verknüpfungseinheit 2b vom Typ VA/VH, genauer gesagt vom Typ "wird beschrieben durch/ist Attribut von", mit einer mit "Freundschaft" bezeichneten semantischen Einheit 6 verknüpft. Hierbei wird im Endeffekt die Aussage "Peter und Paul sind Freunde" erhalten, da die Verknüpfungseinheit 2b unter Zuhilfenahme der mit "Freundschaft" bezeichneten semantischen Einheit 6 einen abstrakten Austausch ("Freundschaft") näher beschreibt.

Schließlich sei noch angemerkt, daß unter Zuhilfenahme von Verknüpfungseinheiten vom Typ VR/VH, also Relationen ohne Skalenwechsel, Assoziationen und Vergleiche definiert werden können. Hierbei ist es häufig nützlich, die Gewichtung im Informationsinhalt der Verknüpfungseinheit als Maßzahl der Ähnlichkeit der verknüpften semantischen Einheiten aufzufassen. Hierfür sind die Aussagen "der Mensch ist dem Affen zu 95% ähnlich" und "auf den Winter folgt der Frühling" Beispiele.

Fig. 5 zeigt strukturierte Informationsinhalte von semantischen Einheiten mit Attributen gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

Jede semantische Einheit kann in ihrem Informationsinhalt Daten und Funktionen jeglicher Form ablegen. Gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung sind bereits der Name der semantischen Einheit und ihre Kennung beschrieben worden. Darüber hinaus können Informationsinhalte der semantischen Einheiten und/oder Verknüpfungseinheiten neben oder anstelle von statischen Daten auch Algorithmen, Funktionen und/oder mathematische Formeln enthalten.

Ferner besteht ebenso die Möglichkeit, daß semantische Einheiten Informationsinhalte aufweisen, die Attribute darstellen, wobei diese Attribute andere semantische Einheiten oder Verknüpfungseinheiten näher beschreiben (siehe zum Beispiel die mit "Freundschaft" bezeichnete semantische Einheit 6 in Fig. 4b). Das fraktale Netz weist dabei besondere Verknüpfungseinheiten auf, die dazu dienen, die Verknüpfung von semantischen Einheiten, die Attribute darstellen, mit denjenigen semantischen und/oder Verknüpfungseinheiten herzustellen, denen diese Attribute zugeordnet sind (siehe zum Beispiel die Verknüpfungseinheit 2b in Fig. 4b). Diese besonderen Verknüpfungseinheiten 2b sind durch "wird beschrieben durch/ist Attribut von" bezeichnet.

Diese Attribute können zum Beispiel Werte enthalten, die Elemente aus einer Menge, einem Bereich, einer Liste oder einer anderen geordneten oder ungeordneten Struktur sind. Diese geordnete oder ungeordnete Struktur kann durch eine oder mehrere Zahlen, Vektoren in n-dimensionalen Räumen, Textdaten, Bilddaten, Videodaten, Audiodaten, Kalenderdaten, Tabellen, Geometriedaten, geographische Daten, Fuzzy-Logik-Mengen, Internet-Inhalte oder gebündelte Daten oder eine Kombination von diesen gebildet sein, um auf vorteilhafte Weise "Weltwissen" speichern zu können. Ein Beispiel hierfür ist in Fig. 5 dargestellt, wobei aufgrund des selbstbeschreibenden Charakters dieser Figur auf eine detaillierte Beschreibung von dieser verzichtet wird.

Nachstehend erfolgt die Beschreibung eines zweiten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung.

Ein wesentliches Merkmal des zweiten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung ist die Möglichkeit, besondere semantische Einheiten in das fraktale Netz aufzunehmen, die in der Lage sind, an anderen semantischen Einheiten bestimmte Operationen auszuführen. Diese besonderen semantischen Einheiten werden im weiteren Verlauf als semantische Janus-Einheiten bezeichnet.

In diesem Zusammenhang bezeichnet eine semantische Janus-Einheit 6 (siehe Fig. 6) eine besondere semantische Einheit, die einen Algorithmus oder eine Sammlung von Algorithmen aufweist, die den Informationsinhalt von semantischen Einheiten verändern und/oder neue semantische Einheiten erzeugen bzw. bestehende semantische Einheiten vernichten können. Eine semantische Janus-Einheit ist über jeweils eine besondere Verknüpfungseinheit 5 (siehe Fig. 1e) vom Typ "hat Janus/Funktion/ist Janus/Funktion von" mit einer oder mehreren semantischen Einheiten verbunden, in deren Nachbarschaft die semantische Janus-Einheit operieren soll.

Dies bedeutet, daß die Funktionalität der semantischen Janus-Einheit derart eingeschränkt ist, daß sie lediglich in der Lage ist, an denjenigen semantischen Einheiten die bestimmten Operationen durchzuführen, die sich in einem vorgegebenen Nachbarschaftsbereich einer mit ihr verknüpften semantischen Einheit befinden. Ferner kann eine semantische Janus-Einheit über eine oder mehrere Verknüpfungseinheiten mit anderen semantischen Janus-Einheiten und/oder mit Attributen verknüpft sein.

Im Detail kann eine semantische Janus-Einheit eine oder mehrere der folgenden Operationen durchführen: das Erzeugen neuer semantischer Einheiten; das Bündeln bereits vorhandener semantischer Einheiten zu einer einzigen semantischen Einheit, die gegebenenfalls neu zu erzeugen ist; das Verändern und/oder Löschen bereits vorhandener semantischer Einheiten; das Vergleichen vorhandener semantischer Einheiten; das Erfassen und Ändern von Werten der Attribute von semantischen Einheiten; das Ausführen eines Algorithmus und/oder das Berechnen einer Funktion; das Erfassen eines Janus oder eines Teils eines Janus, das heißt, das Klassifizieren eines Algorithmus oder eines Teils eines Algorithmus.

Die wesentliche Aufgabe einer semantischen Janus-Einheit ist das Bündeln und Kontexten von Informationsinhalten. Hierbei ist unter Bündeln das Berechnen von Informationsinhalten einer als Zentrum dienenden semantischen Einheit aus den Informationsinhalten von benachbarten semantischen Einheiten zu verstehen. Unter Kontexten ist der zum Bündeln analog inverse Vorgang zu verstehen, das heißt, Informationsinhalte der benachbarten semantischen Einheiten werden in Abhängigkeit der Informationsinhalte der als Zentrum dienenden semantischen Einheit geändert, wobei diese die Nachbarschaft definiert. Auf diese Weise ist es zum Beispiel auf einfache Weise möglich, ständig aktuelle Statistiken einer Menge von semantischen Einheiten zu erhalten (Bündeln) bzw. Änderungen von Rahmenbedingungen aktuell an eine Menge von semantischen Einheiten weiterzuleiten (Kontexten).

Fig. 6 stellt ein fraktales Netz n-ter Ordnung dar, das dazu verwendet wird, die vorhergehend hinsichtlich des zweiten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung gemachten Ausführungen zu verdeutlichen.

Das fraktale Netz in Fig. 6 dient dazu, ein mittleres Einkommen aktuell in Abhängigkeit jeweiliger Rahmenbedingungen richtig zu mitteln.

Genauer gesagt ist in Fig. 6 eine mit "Anwaltskanzlei MM" bezeichnete semantische Einheit 6 gezeigt, die über jeweils eine Verknüpfungseinheit 1 vom Typ VA/VS mit den "Müller" bzw. "Maier" bezeichneten semantischen Einheiten

ten 6 verknüpft ist, was Verknüpfungen der Art "Anwaltskanzlei MM enthält Müller/Müller ist Teil von Anwaltskanzlei MM" und "Anwaltskanzlei MM enthält Maier/Maier ist Teil von Anwaltskanzlei MM" schafft. In diesem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist die mit "Anwaltskanzlei MM" bezeichnete semantische Einheit 6 über eine Verknüpfungseinheit 5, also eine Verknüpfungseinheit vom Typ "hat Janus/Funktion/ist Janus/Funktion von", mit einer mit "Bündle" bezeichneten semantischen Einheit 6 verbunden, die demgemäß in diesem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung als semantische Janus-Einheit hinsichtlich der mit "Anwaltskanzlei MM" bezeichneten semantischen Einheit 6 wirkt. Als Eingangsgröße dieser semantischen Janus-Einheit dient der zu bündelnde Attributtyp, also in dem Fall dieses Ausführungsbeispiels das Einkommen, das aus den individuellen Einkommen der Kanzlei besteht. Als Ausgangsgröße dient der semantischen Janus-Einheit ein Attribut, in das das mittlere Einkommen geschrieben wird. Ein wesentlicher Vorteil bei dieser Art der Statistikerhebung besteht darin, daß beim Hinzufügen oder Wegnehmen eines Anwalts zu bzw. von der Kanzlei keinerlei Änderungen am Verfahren zum Berechnen des mittleren Einkommens erforderlich sind.

Nachstehend erfolgt die Beschreibung eines dritten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung.

Ein wesentlicher Vorteil der zuvor beschriebenen Janus-Einheit besteht darin, daß diese lediglich lokal in einer definierten Nachbarschaft wirkt. Demgemäß ist es wichtig, den Begriff der Nachbarschaft genauer zu definieren. Dies erfolgt nachstehend in diesem dritten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

Der Begriff der Nachbarschaft ist eng mit dem Begriff Distanz verbunden. Eine erste semantische Einheit wird dann als zu einer zweiten semantischen Einheit benachbart definiert, wenn eine Distanz zwischen diesen kleiner als ein vorgegebener oder berechneter Wert, das heißt, ein Grenzwert, ist. Dabei hängt ein Maß der Distanz von Informations- und/oder Bedeutungsinhalten der semantischen Einheiten ab, über die die zweite semantische Einheit von der ersten semantischen Einheit aus erreichbar ist.

Zum Beispiel ist es möglich, das Maß der Distanz mit Gewichtungen in Verknüpfungseinheiten zu berechnen, wobei in diese Berechnung ebenso der Typ der Verknüpfungseinheit eingeht.

Die Fig. 7a und 7b zeigen ein einfaches Beispiel für eine derartige Verwendung eines Distanzmaßes gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

Gemäß dem in Fig. 7a gezeigten fraktalen Netz soll die Aufgabe gelöst werden, die Nachbarschaft Bekanntenkreis zu der mit "Paul" bezeichneten semantischen Einheit 6 zu ermitteln. Dies wird dadurch erzielt, daß lediglich über Verknüpfungseinheiten 7 vom Typ "ist befreundet mit" gelaufen wird, wobei hier angenommen wird, daß als Maß für Freundschaft die Gewichtung der Verknüpfungseinheiten 7 vom Typ "ist befreundet mit" angegeben wird und Freunde von Freunden ebenso als zum Bekanntenkreis gehörig zählen.

Die Gewichtung der Verknüpfungseinheiten 7 vom Typ "ist befreundet mit" kann zum Beispiel mittels einer Logarithmusfunktion in eine Distanz überführt werden. So trägt die Distanz zwischen der mit "Paul" bezeichneten semantischen Einheit 6 und der mit "Peter" bezeichneten semantischen Einheit 6 zum Beispiel:

$$d(\text{Paul}, \text{Peter}) = -\log(0,8) = 0,10.$$

Wenn nun in der mit "ermittelte Bekanntenkreis" bezeichneten semantischen Janus-Einheit 6, die den Bekanntenkreis

der mit "Paul" bezeichneten semantischen Einheit 6 ermittelt, ein Grenzwert für eine maximale Distanz von 0,2 festgelegt wird, ergibt sich in diesem Ausführungsbeispiel als Bekanntenkreis der mit "Paul" bezeichneten semantischen Einheit 6 die mit "Peter" bezeichnete semantische Einheit 6 mit einer Distanz von 0,1, die mit "Mary" bezeichnete semantische Einheit 6 mit einer Distanz von 0,07 sowie die mit "Jakob" bezeichnete semantische Einheit 6 mit einer Distanz von 0,12. Nicht im Bekanntenkreis enthalten ist jedoch die mit "Anne" bezeichnete semantische Einheit 6 mit einer Distanz von 0,25.

Hierbei wird die Distanz der mit "Paul" bezeichneten semantischen Einheit 6 zu der mit "Jakob" bezeichneten semantischen Einheit 6 wie folgt berechnet:

$$\begin{aligned} d(\text{Paul}, \text{Jakob}) &= d(\text{Paul}, \text{Mary}) + d(\text{Mary}, \text{Jakob}) = \\ &= -\log(0,85) - \log(0,9) = -\log(0,85 \cdot 0,9) = 0,12. \end{aligned}$$

Die vorstehend genannte Berechnung gilt analog für die Distanz von der mit "Paul" bezeichneten semantischen Einheit 6 zu der mit "Anne" bezeichneten semantischen Einheit 6. Genauer gesagt werden zur Bestimmung der Distanz die jeweiligen Gewichtungen der Verknüpfungseinheiten 7 vom Typ "ist befreundet mit" multipliziert. Hierbei kann sich der Bekanntenkreis ändern, ohne daß es notwendig ist, das Verfahren zur Berechnung des Bekanntenkreises zu ändern.

Wenn nun eine mit "Pauls Bekanntenkreis" bezeichnete semantische Einheit 6 zu bilden ist, welche zum Beispiel als Ergebnismenge einer Anfrage als Antwort an das fraktale Netz zurückgegeben werden kann, dann muß, wie es in Fig. 7b gezeigt ist, diese mit "Pauls Bekanntenkreis" bezeichnete semantische Einheit 6 von der mit "ermittelte Bekanntenkreis" bezeichneten semantischen Janus-Einheit 6 erzeugt werden und mit den entsprechenden mit Namen bezeichneten semantischen Einheiten 6 verknüpft werden. Hierbei ist zu beachten, daß die mit Namen bezeichneten semantischen Einheiten 6, die im Bekanntenkreis enthalten sind, also gemäß diesem Ausführungsbeispiel die mit "Paul", "Mary" und "Jakob" bezeichneten semantischen Einheiten 6, automatisch mit Verknüpfungseinheiten 1 vom Typ VA/VS, genauer gesagt vom Typ "enthält/ist Teil von", mit der mit "Pauls Bekanntenkreis" bezeichneten semantischen Einheit 6 verknüpft werden, wie es durch gestrichelte Linien in Fig. 7b dargestellt ist.

Wie es vorhergehend beschrieben worden ist, wird gemäß diesem Ausführungsbeispiel eine Distanzfunktion dazu verwendet, um den Abstand zwischen jeweils zwei semantischen Einheiten anzugeben. Obgleich in diesem Ausführungsbeispiel eine bestimmte mathematische Funktion, daß heißt, die zuvor genannte logarithmische Funktion, dazu verwendet worden ist, um die Distanz aus dem Gewicht der Verknüpfungseinheiten zu bestimmen, sei hier festgehalten, daß andere geeignete mathematische Funktionen eines veränderbaren Parameters G als die Distanzfunktion festgelegt werden können, wobei dieser Parameter G in jeder Verknüpfungseinheit vorhanden ist und die Stärke der Verknüpfung jeweiliger semantischer Einheiten ausdrückt.

Nachstehend erfolgt die Beschreibung eines vierten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung.

Um in einem fraktalen Netz vorhandenes Wissen erweitern zu können, besteht die Notwendigkeit, neue Eingabedaten vorzugsweise automatisch mit bereits bestehendem Wissen zu verknüpfen. Aus diesem Grund müssen die Eingabedaten in Form von semantischen Einheiten vorliegen, das heißt, es müssen semantische Eingabeeinheiten existieren. Diese müssen ferner eine Kennung besitzen, die sie von den semantischen Einheiten des bereits im fraktalen Netz vorhandenen Wissens unterscheidet. Mit einem iterativen Klas-

sifikations- bzw. Identifikationsvorgang werden Verknüpfungseinheiten vom Typ VR/VS oder VR/VH zwischen den semantischen Eingabeeinheiten und den zugeordneten semantischen Einheiten des Wissens erzeugt. Hierbei bedeutet Klassifikation/Identifikation, daß der Informationsinhalt jedes Eingabedatums zu einer oder mehreren entsprechenden semantischen Einheiten des Wissens in Relation gesetzt wird. Die Gewichtung der Relation ist ein Maß für die Zugehörigkeit der Eingabeeinheit zur entsprechenden semantischen Einheit des Wissens.

Die Fig. 8a und 8b zeigen einen Klassifikations/Identifikationsvorgang eines Satzes in einem semantischen Netz gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Genauer gesagt zeigt Fig. 8a eine Ausgangssituation und zeigt Fig. 8b eine Ergebnissituation.

Als Beispiel dient der Satz "Der Schlüssel steckt im Schloß.", dessen Sinn ohne Hintergrundwissen nicht erschlossen werden kann, da "Schloß" einerseits ein Verriegelungsmechanismus und andererseits ein Gebäude sein kann.

Die Aufgabe der in Fig. 8a gezeigten mit "Klassifikationsjanus" bezeichneten semantischen Janus-Einheit 6 besteht nun darin, die mit "Schloß" bezeichnete semantische Einheit 6 auf der linken Seite dieser Figur richtig mit dem im fraktalen Netz vorhandenen Weltwissen zu verknüpfen. Dies geschieht dadurch, daß zum Beispiel durch eine syntaktische Voranalyse erkannt wird, daß die mit "Schlüssel" und "Schloß" bezeichneten semantischen Einheiten 6 auf der linken Seite von Fig. 8a über die mit "stecken" bezeichnete semantische Einheit 6 miteinander in Verbindung stehen. Im bereits fraktalen Netz vorhandenen Weltwissen ist andererseits eine mit "Schlüssel" bezeichnete semantische Einheit 6 auf der rechten Seite von Fig. 8a durch eine nicht näher beschriebene Relation vom Typ VR/VH mit der mit "Schloß" bezeichneten semantischen Einheit 6 auf der rechten Seite von Fig. 8a verbunden, die einen speziellen Verriegelungsmechanismus darstellt. Ferner ist diese mit "Schlüssel" bezeichnete semantische Einheit 6 auf der rechten Seite von Fig. 8a jedoch nicht mit der mit "Schloß" bezeichneten semantischen Einheit 6 ganz rechts in Fig. 8a verbunden, die ein spezielles Gebäude darstellt.

Wenn nunmehr eine Nachbarschaftsanalyse der mit "Schlüssel" und "Schloß" bezeichneten semantischen Einheiten 6 und von deren Verknüpfungseinheiten im Weltwissen durch die mit "Klassifikationsjanus" bezeichnete semantische Einheit 6 durchgeführt wird, ergibt sich, daß die mit "Schloß" bezeichnete semantische Eingabeeinheit 6 auf der linken Seite in Fig. 8a als eine semantische Einheit "Schloß" klassifiziert wird, die ein spezieller Verriegelungsmechanismus ist. Entsprechend wird aus der Nachbarschaftsanalyse, die oft auch Kontext genannt wird, die mit "stecken" bezeichnete semantische Einheit 6 als Spezialfall der im im fraktalen Netz vorhandenen Weltwissen nicht weiter definierten Relation 2 zwischen den mit "Schlüssel" und "Schloß" bezeichneten semantischen Einheiten 6 klassifiziert. Hieran sind die Vorteile der mit "Klassifikationsjanus" bezeichneten semantischen Einheit 6 deutlich zu erkennen. Es kann nicht nur die mit "Schloß" bezeichnete semantische Einheit 6 auf der linken Seite in Fig. 8a richtig klassifiziert werden, sondern es kann auch gelernt werden, daß "stecken" eine mögliche Relation zwischen den mit "Schlüssel" und "Schloß" bezeichneten semantischen Einheiten 6 ist, wie anhand der gestrichelten Linien in Fig. 8b gezeigt wird, die die Ergebnissituation darstellt. Wie es aus dieser Figur ferner ersichtlich ist, kann somit ebenso das erlernte neue Wissen in das im fraktalen Netz vorhandene Wissen aufgenommen werden.

Zusammenfassend ist also zu sagen, daß semantische Einheiten und/oder Teile des fraktalen Netzes klassifizierbar

sind. Diese Klassifizierung erfolgt dabei derart, das dasjenige Maß bestimmt wird, das angibt, wie gut die betreffenden semantischen Einheiten bzw. das fraktale Teilnetz an die momentane Stelle paßt, und/oder diejenige Stelle ermittelt wird, an die die betreffenden semantischen Einheiten bzw. das fraktale Teilnetz besonders gut paßt. Vorzugsweise enthalten die semantischen Einheiten eine Markierung, die angibt, ob es sich um eine neue Eingabeeinheit oder eine bereits vorhandene semantische Einheit handelt, wobei Eingabeeinheiten gegebenenfalls als fraktales Teilnetz vorliegen und/oder gegebenenfalls noch nicht über Verknüpfungseinheiten mit dem fraktalen Netz verbunden sind. Die Aufnahme einer neuen semantischen Einheit bzw. eines neuen Teilnetzes in das fraktale Netz erfolgt hierbei unter Berücksichtigung der Klassifikation. Diese neuen semantischen Einheiten sind mit einer Start-Janus-Einheit verknüpfbar. Ferner besteht ebenso die Möglichkeit, den semantischen Einheiten und/oder Verknüpfungseinheiten dahingehend Beschränkungen hinsichtlich derjenigen Arten von Einheiten aufzuerlegen, mit denen sie verknüpfbar sind. Obgleich es vorhergehend nicht erwähnt worden ist, können ebenso eine oder mehrere Ein/Ausgabevorrichtungen vorgesehen sein, mittels der bzw. denen das fraktale Netz oder ein Teil von diesem ein- oder ausgegeben werden können.

Nachstehend erfolgt die Beschreibung eines fünften Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung.

Es ist ein häufiger Fall, daß von einer semantischen Einheit eine Instanz, die Spezialfall dieser semantischen Einheit ist, erzeugt werden soll. In diesem Fall kann man die semantische Einheit als Elternteil und die spezielle Instanz als Kind bezeichnen. Ein erzeugtes Kind soll dabei einen Teil der Nachbarschaft seines Elternteils erben. Ein diesen Fall behandelndes fraktales Netz ist in den Fig. 9a bis 9c gezeigt. Hierbei ist es nützlich, wenn eine in den Fig. 9a bis 9c mit "Vererbungsjanus" bezeichnete semantische Janus-Einheit 6, die mit dem Elternteil verbunden ist, den Erzeugungs- und Vererbungsprozeß ausführt. Wie in Fig. 9c gezeigt, können die Informationsinhalte der neu erzeugten semantischen Einheiten mit Informationsinhalten, die aus Eingabedaten oder anderen Quellen stammen, überschrieben werden.

Genauer gesagt wendet die in den Fig. 9a bis 9c gezeigte mit "Vererbungsjanus" bezeichnete semantische Einheit 6 zum Beispiel das folgende Verfahren an.

Der "Vererbungsjanus" wählt eine Nachbarschaft um den Elternteil, mit dem er verbunden ist, aus. Eine Nachbarschaft kann auf vielfältige Art und Weise definiert werden, zum Beispiel dadurch, daß nur über Verknüpfungseinheiten vom Typ VA/VS(+), "wird beschrieben durch", und "hat Janus/Funktion von" gelaufen werden darf, und daß nur direkte Nachbarn gewählt werden können. Im konkreten Anwendungsbeispiel ist die Nachbarschaft der "Person" dadurch definiert, daß nur über Verknüpfungseinheiten vom Typ "wird beschrieben durch" gelaufen werden darf, d. h. daß "Augenfarbe" in der ausgewählten Nachbarschaft der "Person" liegt, aber "Lebewesen" nicht in der ausgewählten Nachbarschaft der "Person" liegt (siehe Fig. 9a). Es ist hierbei jedoch anzumerken, daß auch andere, für den jeweiligen Anwendungszweck geeignete Nachbarschaften definiert werden können.

Nachfolgend wird eine semantische Einheit "Kind" ("neue Person" in Fig. 9b) erzeugt, die eine spezielle Instanz der semantischen Einheit "Elternteil" ("Person" in Fig. 9b) ist. Das "Kind" wird über eine Verknüpfung 3 vom Typ VR/VS(+) mit dem "Elternteil" verknüpft. Danach werden für alle semantischen Einheiten aus der ausgewählten Nachbarschaft ebenfalls Kinder erzeugt. Diese Kinder werden ebenfalls über Verknüpfungen vom Typ VR/VS(+) mit ihren jeweiligen Elternteilen verknüpft. Im Anwendungsbeispiel



wird also das Kind "Augenfarbe der neuen Person" erzeugt und mit der semantischen Einheit "Augenfarbe" verknüpft (siehe Fig. 9b). Schließlich werden alle Kinder entsprechend der Verknüpfung ihrer jeweiligen Elternteile untereinander verknüpft. Im Anwendungsbeispiel werden also die Kinder "neue Person" und "Augenfarbe der neuen Person" durch die Verknüpfungseinheit 2b miteinander verknüpft (siehe Fig. 9b).

Abschließend können die Informationsinhalte der Kinder durch Informationsinhalte aus Eingabeobjekten oder anderen Quellen überschrieben werden. Im Anwendungsbeispiel wird das Kind "neue Person" durch "Herr Otto Maier" und das Kind "Augenfarbe der neuen Person" durch "grün" überschrieben (siehe Fig. 9c).

Allgemein ist zu sagen, daß die vorstehend anhand von veranschaulichenden Ausführungsbeispielen näher erläuterte Erfindung zum Beispiel besondere Vorteile in verteilten Rechnersystemen (wie zum Beispiel Netzwerken, INTRANET, INTERNET usw.) bietet, wobei die Informations- und Verknüpfungsobjekte über eine Vielzahl von Rechnersystemen (Prozessoren) und Speichersystemen verteilt sein können. Dadurch ist es zum Beispiel möglich, daß viele Benutzer (weltweit) auf ein derartiges fraktales Netz n-ter Ordnung zugreifen oder dieses aufbauen und nutzen können. Typische Anwendungsbeispiele hierfür sind (multimediale) Dokumenten-Management-Systeme, geographische Informationssysteme mit heterogenen strukturierten Daten und Meta-Daten, d. h., Daten, die Inhalt und Struktur von Datenblöcken beschreiben, sowie Projekt-Management-Systeme zur Strukturierung und Überwachung von Geschäftsprozessen.

Weiterhin eignet sich das zuvor beschriebene erfindungsgemäße fraktale Netz nicht nur zur Bearbeitung von zum Beispiel Sprachdaten, Bilddaten oder Netzwerkstrukturen, sondern auch zur Behandlung sogenannter chaotischer Systeme, die zum Beispiel technische, kulturelle, wirtschaftliche oder ökologische Zusammenhänge beschreiben. Die komplexen Strukturen können darüber hinaus sowohl statisch als auch dynamisch sein, wobei das Analysieren und/oder Bearbeiten der komplexen Strukturen insbesondere ein Beschreiben, Suchen, Verändern und/oder Simulieren beinhalten kann.

Bezüglich weiterer Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung wird ausdrücklich auf die Offenbarung der Zeichnung verwiesen.

#### Patentansprüche

1. Fraktales Netz zum Behandeln komplexer Strukturen, wobei das fraktale Netz aus einer Vielzahl von Einheiten besteht, **dadurch gekennzeichnet**, daß das fraktale Netz sowohl semantische Einheiten, die jeweils Informationsinhalte besitzen, als auch Verknüpfungseinheiten enthält, die einen Beziehungsinhalt beschreiben, der jeweils zwei semantische Einheiten derart verknüpft, daß die gegenseitige Beziehung der beiden verknüpften semantischen Einheiten durch den Beziehungsinhalt bestimmt wird.
2. Fraktales Netz nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Verknüpfungseinheiten eine spezielle Form von semantischen Einheiten sind, die Informationsinhalte und Beziehungsinhalte besitzen können.
3. Fraktales Netz nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der von einer semantischen Einheit beschriebene Informationsinhalt eine Kennzeichnung und/oder eine Auflistung derjenigen Verknüpfungseinheiten darstellt, die diese semantische Einheit mit an-

deren semantischen Einheiten verbindet.

4. Fraktales Netz nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die von dem Informationsinhalt beschriebene Kennzeichnung ein Name und/oder eine Seriennummer ist.

5. Fraktales Netz nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die von dem Informationsinhalt beschriebene Auflistung in strukturierter Form vorliegt.

6. Fraktales Netz nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der von einer Verknüpfungseinheit beschriebene Beziehungsinhalt eine Verknüpfungskennzeichnung enthält, die die jeweilige Kennzeichnung der durch sie verknüpften semantischen Einheiten, eine oder zwei Richtungsangaben in Bezug zu diesen verknüpften semantischen Einheiten und/oder Gewichtungen G der ein oder zwei Richtungsangaben beschreibt.

7. Fraktales Netz nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß ebenso eine oder mehrere Verknüpfungseinheiten ihrerseits über jeweils eine oder mehrere Verknüpfungseinheiten mit einer oder mehreren semantischen Einheiten und/oder eine oder mehrere Verknüpfungseinheiten ihrerseits über eine oder mehrere Verknüpfungseinheiten mit einer oder mehreren Verknüpfungseinheiten verknüpft sein können.

8. Fraktales Netz nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Beziehungsinhalt einer Verknüpfungseinheit ggf. Informationen über die jeweilige Art der Verknüpfung der in Beziehung stehenden semantischen Einheiten enthält.

9. Fraktales Netz nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die von einer Verknüpfungseinheit beschriebene Verknüpfungsart ggf. zusätzlich Informationen über eine Relation VR, d. h., über einen Vergleich der jeweils verknüpften Einheiten, und/oder über eine Austauschbeziehung VA, d. h., über eine ein- oder zweiseitige Wechselwirkung der verknüpften Einheiten, enthält.

10. Fraktales Netz nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß die von einer Verknüpfungseinheit beschriebene Verknüpfungsart zusätzlich Informationen darüber enthält, ob bei der Verknüpfungsart ein Skalenwechsel VS oder kein Skalenwechsel VH erfolgt.

11. Fraktales Netz nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Beziehungsinhalt einer Verknüpfungseinheit eine aus den Paarungen VS/VR, VS/VA, VH/VR oder VH/VA bestehende Information über die jeweilige Art der Verknüpfung enthält.

12. Fraktales Netz nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Skalierungsinformation VS dazu dient, die Art der Beziehung zu einer größeren, d. h., übergeordneten, bzw. zu einer kleineren, d. h., untergeordneten semantischen Einheit zu beschreiben.

13. Fraktales Netz nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Skalierungsinformation VS dazu dient, die Art der Beziehung zu einer allgemeineren bzw. zu einer spezielleren semantischen Einheit zu beschreiben.

14. Fraktales Netz nach einem der Ansprüche 1 bis 13, gekennzeichnet durch eine Distanzfunktion, die den semantischen Abstand zwischen jeweils zwei semantischen Einheiten angibt.

15. Fraktales Netz nach Anspruch 6 und 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Distanzfunktion über eine geeignete mathematische Funktion eines veränderbaren



Parameters G festgelegt wird, der in mehreren Verknüpfungseinheiten vorhanden sein kann und die Stärke der gegenseitigen Verknüpfung ausdrückt.

16. Fraktales Netz nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Informationsinhalte der semantischen Einheiten und/oder Verknüpfungseinheiten neben oder anstelle von ggf. statischen Daten auch Algorithmen und/oder Funktionen und/oder mathematische Formeln enthalten.

17. Fraktales Netz nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Informationsinhalte von zumindest einigen der semantischen Einheiten Attribute darstellen, die andere semantische Einheiten oder Verknüpfungseinheiten näher beschreiben.

18. Fraktales Netz nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß das Netz weiterhin besondere Verknüpfungseinheiten enthält, die dazu dienen, die Verknüpfung von Attribute darstellenden semantischen Einheiten mit denjenigen semantischen Einheiten und/oder Verknüpfungseinheiten herzustellen, denen diese Attribute zugeordnet sind.

19. Fraktales Netz nach Anspruch 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Attribute ggf. Werte enthalten, die Elemente aus einer Menge, einem Bereich, einer Liste oder einer anderen geordneten oder ungeordneten Struktur sind.

20. Fraktales Netz nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die das jeweilige Attribut darstellende geordnete bzw. ungeordnete Struktur durch Zahlen, Kalenderdaten, Audiodaten, Videodaten, Textdaten, Tabellen, Bilddaten, Geometriedaten, Fuzzy-Logik-Mengen oder gebündelte Daten oder eine Kombination aus diesen gebildet ist.

21. Fraktales Netz nach einem der Ansprüche 1 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß das Netz zusätzlich spezielle semantische Einheiten, Janus-Einheiten, enthält, die in der Lage sind, an anderen semantischen Einheiten bestimmte Operationen auszuführen.

22. Fraktales Netz nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß jede Janus-Einheit über eine oder mehrere Verknüpfungseinheiten mit einer oder mehreren anderen semantischen Einheiten verknüpft ist, wobei die Funktionalität der Janus-Einheit derart eingeschränkt ist, daß sie lediglich in der Lage ist, an denjenigen semantischen Einheiten die bestimmten Operationen auszuführen, die sich in einem vorgegebenen Nachbarschaftsbereich dieser einer oder mehreren verknüpften semantischen Einheiten befinden.

23. Fraktales Netz nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß eine Janus-Einheit ggf. über eine oder mehrere Verknüpfungseinheiten mit einer oder mehreren anderen Janus-Einheiten verknüpft ist.

24. Fraktales Netz nach einem der Ansprüche 21 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß eine Janus-Einheit in der Lage ist, eine oder mehrere der folgenden Operationen auszuführen: das Erzeugen neuer semantischer Einheiten; das Bündeln bereits vorhandener semantischer Einheiten zu einer einzigen, ggf. neu zu erzeugenden semantischen Einheit; das Verändern und/oder Löschen bereits vorhandener semantischer Einheiten; das Vergleichen vorhandener semantischer Einheiten; das Erfassen und die Änderung der Werte von Attributen; das Ausführen eines Algorithmus und/oder das Berechnen einer Funktion; das Erfassen und/oder Verändern von Algorithmen; das Erfassen eines Janus oder eines Teils eines Janus.

25. Fraktales Netz nach einem der Ansprüche 1 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß semantische Einheiten

und/oder Teile des fraktalen Netzes klassifizierbar sind.

26. Fraktales Netz nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, daß die Klassifizierung durch Bestimmung desjenigen Passungsmaßes erfolgt, das angibt, wie gut die betreffenden semantischen Einheiten bzw. das fraktale Teilnetz an eine gegebene Stelle paßt, und/oder durch Ermittlung derjenigen Stellen im fraktalen Netz, an denen die betreffenden semantischen Einheiten bzw. das fraktale Teilnetz besonders gut passen, wobei die jeweiligen Passungsmaße mitangegeben werden können.

27. Fraktales Netz nach einem der Ansprüche 1 bis 26, dadurch gekennzeichnet, daß die semantischen Einheiten eine Markierung enthalten, die angibt, ob es sich um eine neue Eingabeeinheit oder eine bereits vorhandene Einheit handelt, wobei Eingabeeinheiten ggf. als fraktales Teilnetz vorliegen und/oder ggf. noch nicht über Verknüpfungseinheiten mit dem Netz verbunden sind.

28. Fraktales Netz nach Anspruch 26 und 27, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufnahme einer neuen Einheit bzw. eines neuen Teilnetzes in das fraktale Netz unter Berücksichtigung der Klassifikation erfolgt.

29. Fraktales Netz nach Anspruch 27 oder 28, dadurch gekennzeichnet, daß neue semantische Einheiten mit einer Start-Janus-Einheit verknüpfbar sind.

30. Fraktales Netz nach einem der Ansprüche 1 bis 29, dadurch gekennzeichnet, daß den semantischen Einheiten und/oder Verknüpfungseinheiten Beschränkungen hinsichtlich derjenigen Arten von Einheiten auflegbar sind, mit denen sie verknüpfbar sind.

31. Fraktales Netz nach einem der Ansprüche 1 bis 30, gekennzeichnet durch eine oder mehrere Ein/Ausgabevorrichtungen zur Ein- bzw. Ausgabe des fraktalen Netzes oder eines Teils desselben.

---

Hierzu 13 Seite(n) Zeichnungen

---

Fig. 1a

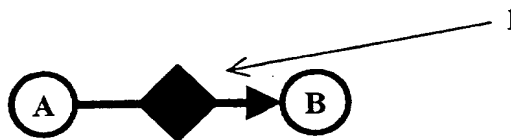


Fig. 1b

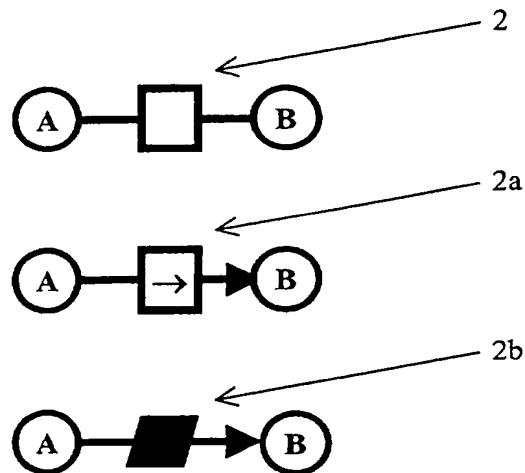


Fig. 1c

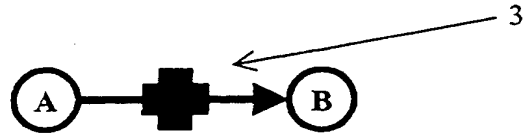


Fig. 1d

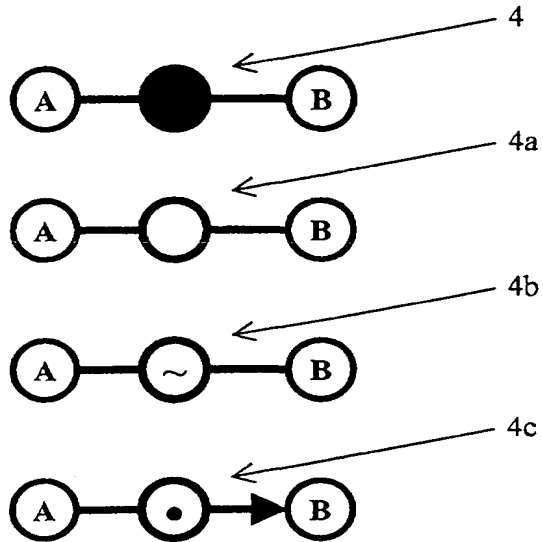


Fig. 1e

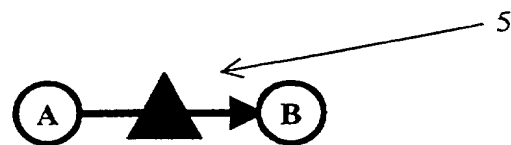


Fig. 2

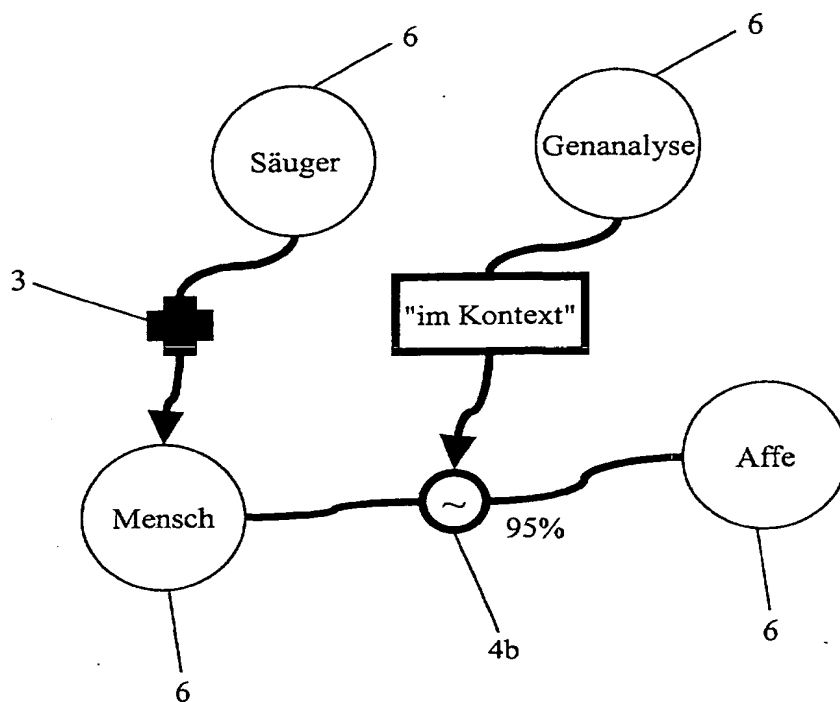


Fig. 3

semantische Einheiten					
Kennung	1	Name	Mensch	Verknüpfungseinheiten	12 13
Kennung	2	Name	Säuger	Verknüpfungseinheiten	12
Kennung	3	Name	Affe	Verknüpfungseinheiten	13
Kennung	4	Name	Genanalyse	Verknüpfungseinheiten	134

Verknüpfungseinheiten					
Kennung	12	Name	"ist im allgemeinen"	Verknüpfungseinheiten	
verknüpft	1	direktional mit	2		
Kennung	13	Name	"ist ähnlich zu"	Verknüpfungseinheiten	134
verknüpft	1	bidirektional mit	3	Gewicht	95%
Kennung	134	Name	"im Kontext"	Verknüpfungseinheiten	
verknüpft	13	direktional mit	4		

Fig. 4a

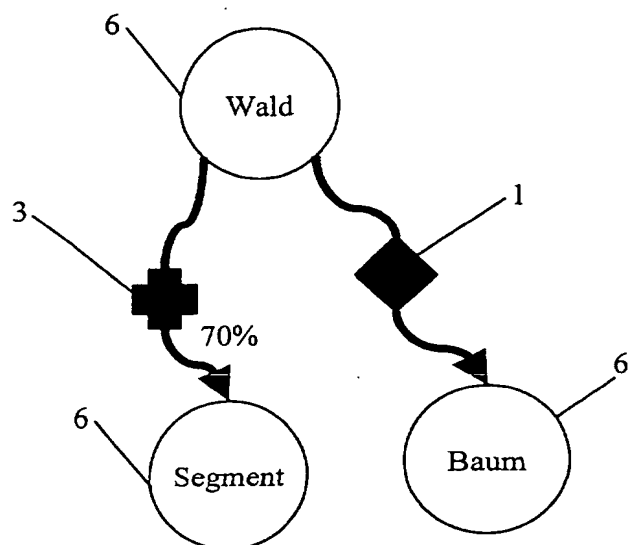


Fig. 4b

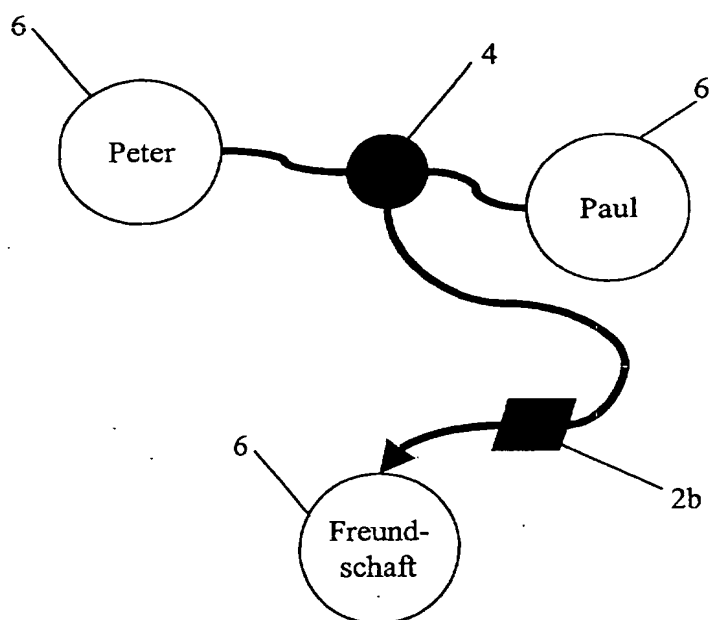
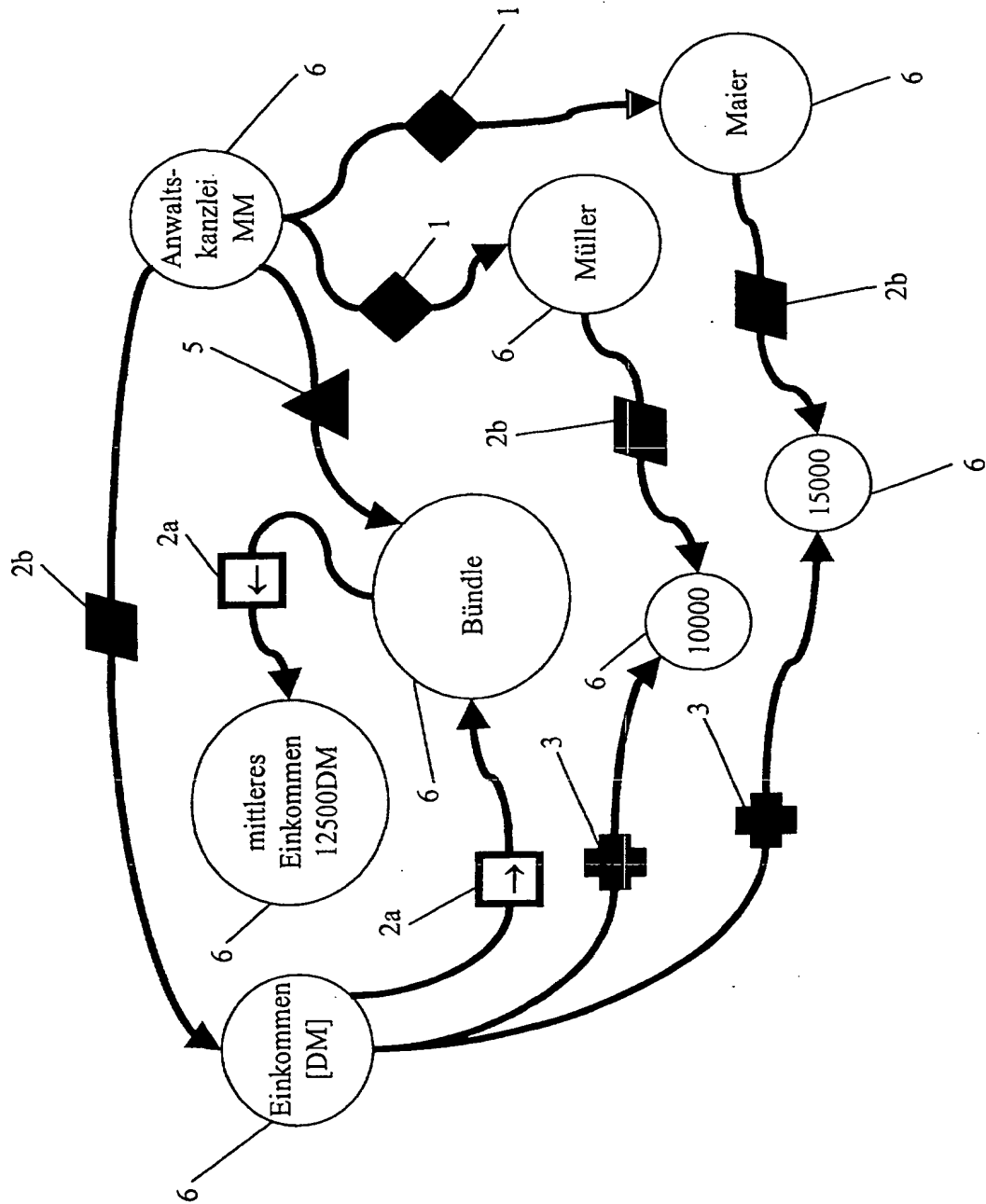


Fig. 5

semantische Einheiten									
Attribut									
Kennung	1	Name	Abbildung 1	Verknüpfungseinheiten	...	...			
Bildinhalt	Format	P5	Abmessung	1124	500	255	Grauwerte	0	20
				15	...				



Fig. 6



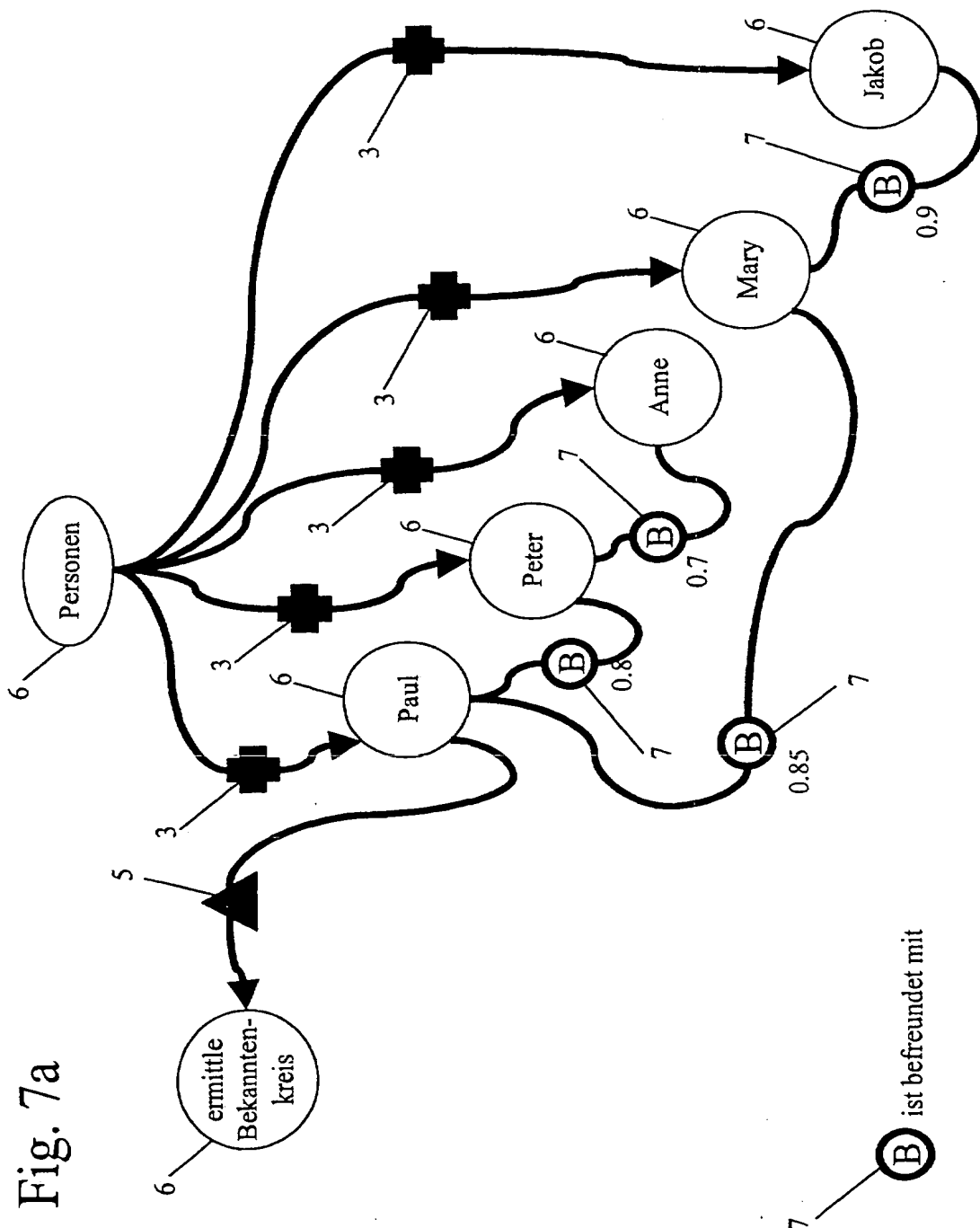




Fig. 8a

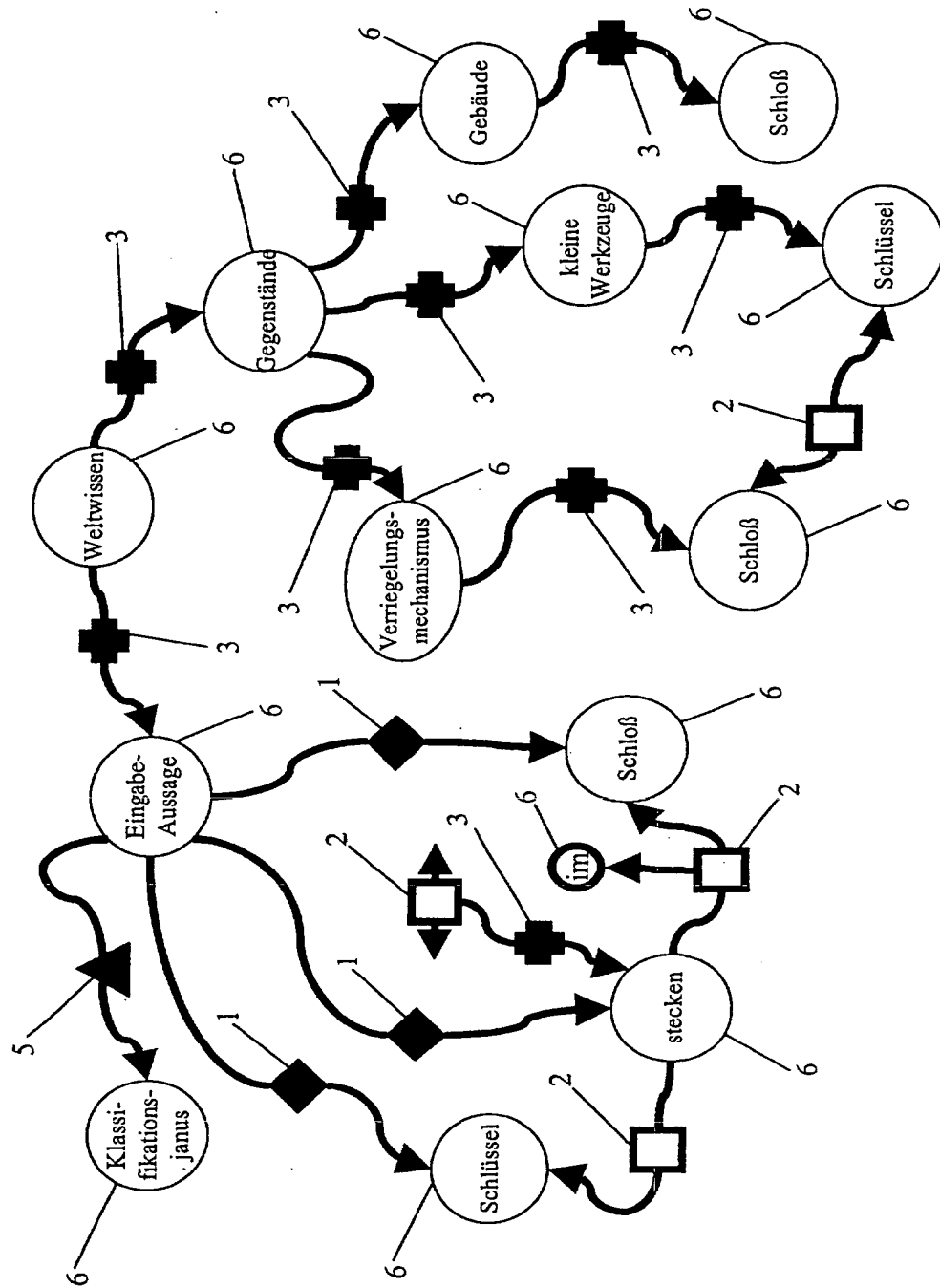


Fig. 8b

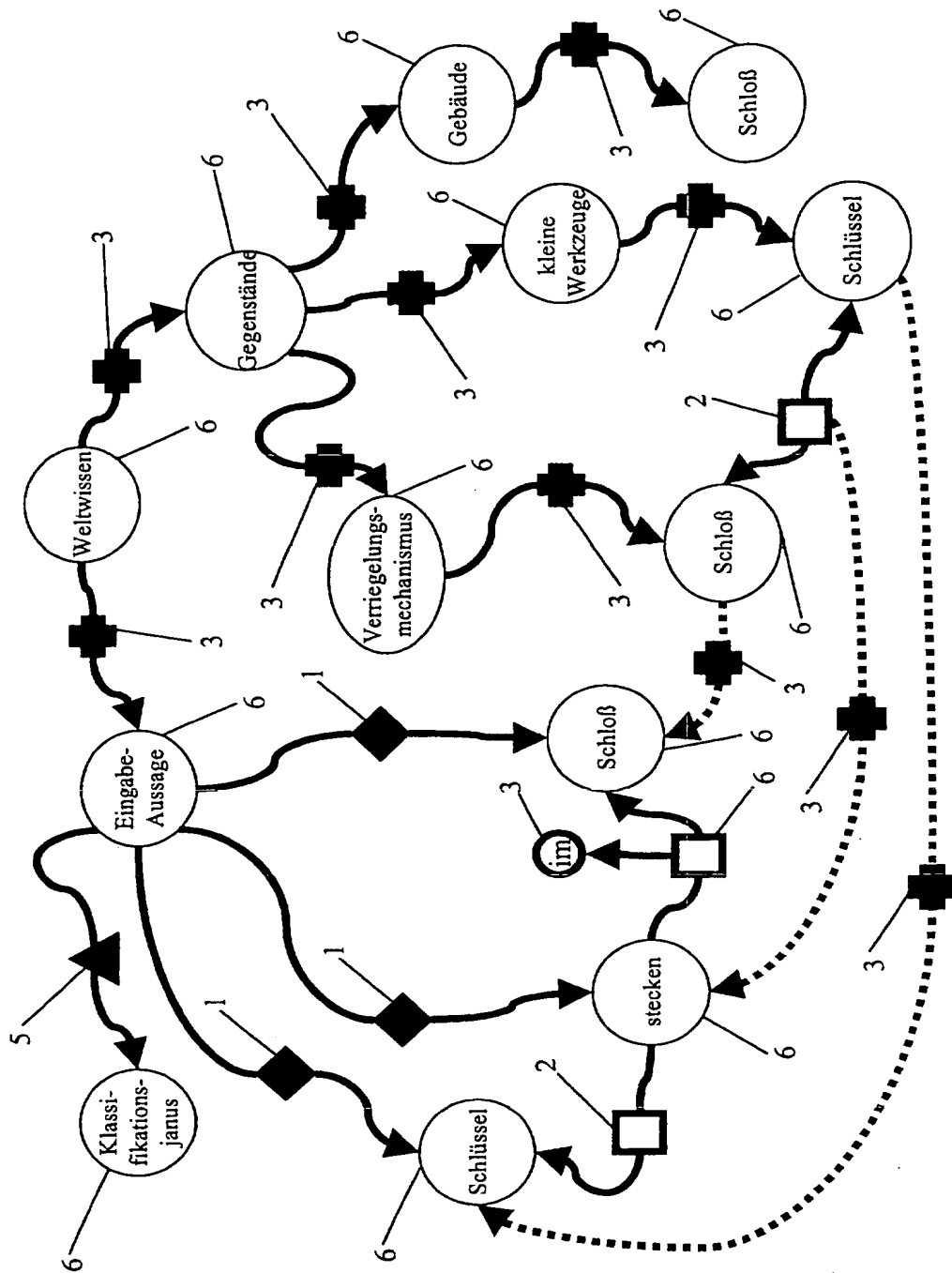


Fig. 9a

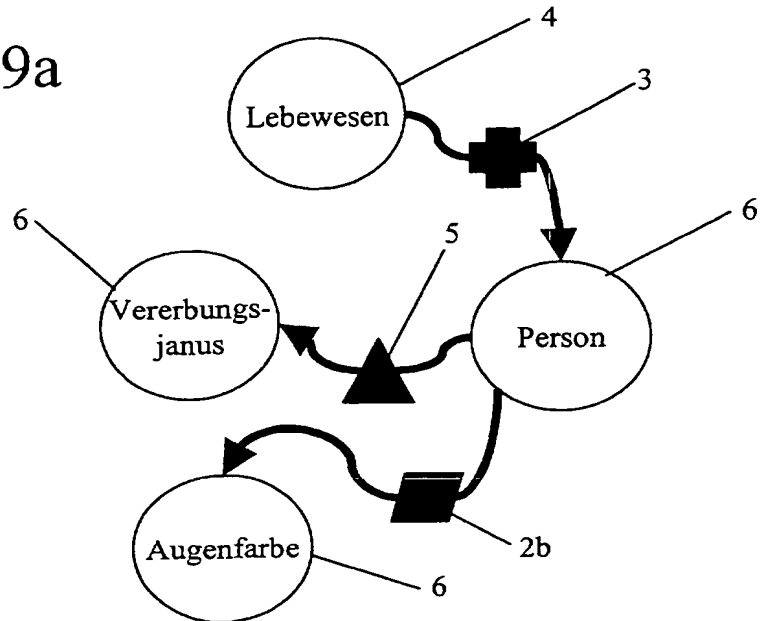


Fig. 9b

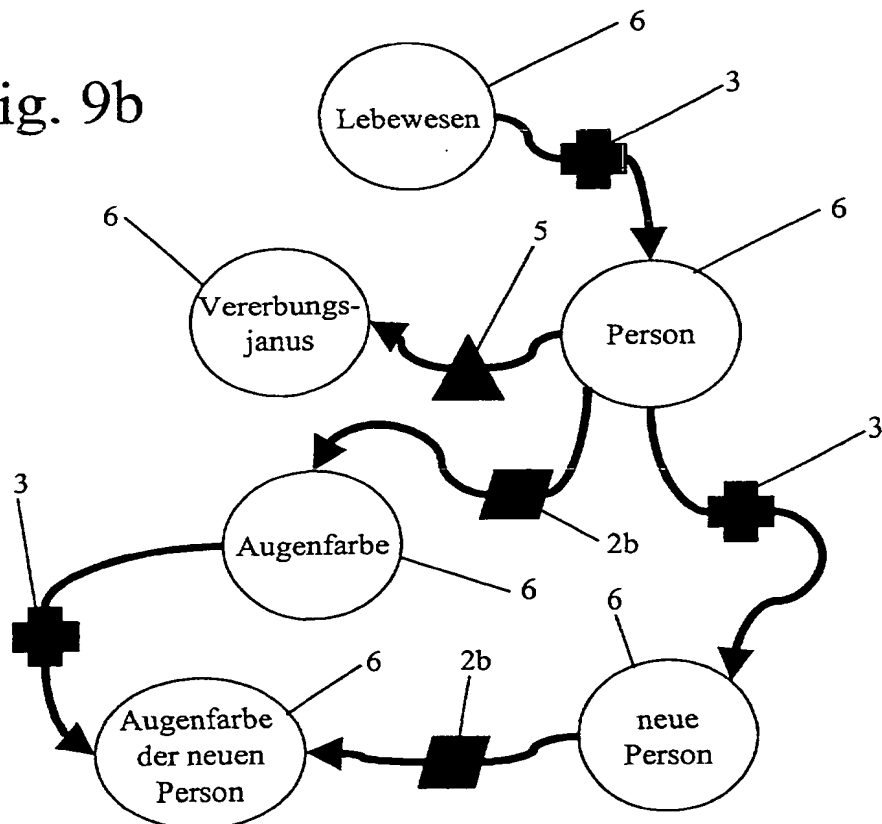


Fig. 9c

